 <b>COMUNE DI RIMINI</b>	<b>PIANO COMUNALE DI PROTEZIONE CIVILE</b> <b>- SCENARI DI RISCHIO -</b> <b>Incidente da trasporto</b>	
		1/6

### 3.6.1 – INTRODUZIONE

#### 3.6.1.1 - Riferimenti storici e scientifici

Le analisi finora effettuate sui rischi derivanti dal trasporto di merci pericolose sono poco numerose e affatto esaustive, tuttavia i materiali trasportati possono venire a trovarsi molto più vicini alla popolazione, possono essere diffusi nell'ambiente a causa della rottura dei contenitori ed inoltre le modalità di intervento possono rivelarsi assai difficoltose e complesse non essendo possibile conoscere a priori la località in cui potrà verificarsi l'incidente.

I materiali pericolosi sono i liquidi e i solidi infiammabili, le sostanze corrosive, i liquidi combustibili, i gas in pressione, gli agenti ossidanti, le sostanze velenose (tossiche), radioattive, gli esplosivi e gli agenti eziologici che causano malattie all'uomo.

Le principali categorie di merci pericolose comunemente trasportate sono i prodotti petroliferi e chimici; in particolare i liquidi infiammabili (come benzina) e i gas in pressione (come cloro o ammoniaca) sono i materiali pericolosi più frequentemente trasportati.

Da una casistica di 1793 incidenti emergono di seguenti dati:

CLASSE	NR. DI INCIDENTI	NR. DI INCIDENTI MORTALI
Impianti fissi	998	450
Carico/scarico	104	47
Trasporto	691	181
<b>Totale</b>	<b>1793</b>	<b>678</b>


Complessivamente dunque il 39% degli incidenti avviene durante il trasporto, con una percentuale leggermente inferiore (27%) per gli incidenti mortali.

Gli incidenti da trasporto sono stati ulteriormente classificati in base al modo di trasporto in 5 classi:

- su strada
- per ferrovia
- attraverso condutture
- via mare
- per canali navigabili interni.

CLASSE	NR. DI INCIDENTI	NR. DI INCIDENTI MORTALI
Strada	205	54
Ferrovia	257	41
Condutture	133	56
Rete navigabile interna	38	4
Mare	58	26
<b>Totale</b>	<b>691</b>	<b>181</b>

Il dato emergente è che il 30% dei casi di incidente da trasporto riguarda il trasporto su strada.

 <b>COMUNE DI RIMINI</b>	<b>PIANO COMUNALE DI PROTEZIONE CIVILE</b> <b>- SCENARI DI RISCHIO -</b> <b>Incidente da trasporto</b>	
		2/6

Questi dati concordano sostanzialmente con quelli della banca dati MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service) secondo i quali gli incidenti da trasporto, ed in particolare quelli da trasporto su strada, rivestono un ruolo rilevante.

Al problema del trasporto di sostanze pericolose sono state applicate diverse metodologie di valutazione del rischio; come parametri di input ai modelli di rischio, sono necessarie le caratteristiche di spedizione, tra cui:

- tipo di materiale da trasportare;
- quantità/volume per cisterna/imballaggio, per veicolo/container, per spedizione;
- quantità/frequenza delle spedizioni;
- modo di trasporto;
- percorso/distanza;
- tipo di container/veicolo;
- limiti di circolazione (giorno/notte)

Occorre comunque osservare che, sebbene le due cause principali d'incidenti siano gli errori del conducente (sovraccarico, eccesso di velocità, perdita di controllo) e le condizioni ambientali, non vi è quasi nessun sotto-modello di errori umani a completamento di modelli di incidenti dovuti a guasto del veicolo o ai generici modelli di incidente nel trasporto.

### 3.6.1.2 - Dati probabilistici

A causa della natura degli incidenti che si verificano con le sostanze pericolose (eventi sporadici e casuali) e del fatto che il periodo di tempo nel quale è stata accumulata esperienza non è abbastanza lungo da poterne trarre dati statistici significativi, la valutazione delle probabilità di incidente non può essere basata sull'osservazione diretta; di conseguenza i dati di frequenza degli incidenti vengono valutati per tutti i veicoli e quindi normalizzati al fine di rappresentare l'incidenza possibile dei veicoli addetti al trasporto delle sostanze pericolose nel flusso del traffico.

Come risultato di studi specifici si possono trovare alcuni tassi di frequenza e probabilità nella letteratura relativa al trasporto stradale e ferroviario delle sostanze pericolose:

$6.21 \times 10^{-6}$  incidenti/km è il tasso medio di incidenti utilizzato dal "U.S. Pacific Northwest Laboratory" relativamente al trasporto per ferrovia di alcune sostanze pericolose;

$1.5 \times 10^{-6}$  morti/anno è la probabilità valutata in uno studio sul rischio del trasporto di cloro per ferrovia in Francia;


$1.12 \times 10^{-6}$  incidenti/km è la probabilità usata in uno studio sul trasporto delle sostanze chimiche per ferrovia;

$1.55 \times 10^{-6}$  incidenti/km è il tasso medio di incidenti usato dal "U.S. Pacific Northwest Laboratory" relativamente al trasporto su strada di alcune sostanze pericolose;

Saccomanno (TTR 1020) valuta le probabilità di incidenti di autocarri pesanti per una combinazione di sei tipi di strade e quattro tipi di situazioni ambientali dipendenti dalle condizioni dell'asfalto e dalla visibilità: queste probabilità vanno da  $0.593 \times 10^{-6}$  incidenti/km per i raccordi stradali principali (con asfalto bagnato e visibilità ridotta) fino a  $8.279 \times 10^{-6}$  incidenti/km per gli svincoli.

Uno studio dell'OCSE (1987) presenta probabilità condizionate, dato un incidente, stimate da Hubert sulla base dei dati tratti da 1300 incidenti avvenuti in Francia.

Tali probabilità (dato un incidente) sono: urto e compressione 0.583, cappottamento 0.219 e perdita della sostanza 0.039. Le probabilità (dato un incidente con urto e compressione) di impatto contro un ostacolo mobile sono 0.662. Le probabilità (dato un incidente con cappottamento) che non vi sia versamento della sostanza trasportata sono 0.75.

 <b>COMUNE DI RIMINI</b>	<b>PIANO COMUNALE DI PROTEZIONE CIVILE</b> <b>- SCENARI DI RISCHIO -</b> <b>Incidente da trasporto</b>	
		3/6

### 3.6.1.3 - Conseguenze dovute agli incidenti di trasporto di sostanze pericolose

In generale si presuppongono due tipi di danni derivanti dalle conseguenze di un impatto con versamento delle sostanze trasportate:


danni diretti che colpiscono la popolazione circostante, cioè i soggetti direttamente coinvolti nell'incidente (conducenti di camion o di treno e passeggeri);  
danni indiretti che colpiscono la popolazione in genere, cioè tutti gli altri soggetti a rischio (residenti nelle vicinanze, lavoratori, impiegati, passanti, etc.).

La valutazione delle conseguenze di un incidente relativo alla spedizione di sostanze pericolose dipende da numerosi fattori che comprendono:

- proprietà fisiche e chimiche ed effetti sulla salute dei materiali rilasciati;
- quantità di materiali rilasciati;
- caratteristiche della popolazione e del tipo di uso del territorio nella zona adiacente al sito dell'incidente;
- condizioni meteorologiche al momento dell'incidente.

Diversi altri fattori possono influenzare sia le probabilità d'incidente che le conseguenze, tra i quali possiamo elencare: genere di traffico, progettazione del veicolo, proprietà strutturali degli automezzi-cisterna, esistenza di dispositivi di protezione, ispezione del veicolo e prassi di manutenzione, livello di conformità alle restrizioni e/o regolamenti, ora del giorno/giorno della settimana/mese dell'anno, etc.

Per quanto riguarda il trasporto di sostanze pericolose sono stati proposti diversi modelli di analisi delle possibili dinamiche di incidente nel tentativo di valutare il maggior numero potenziale di persone esposte. In alcuni di questi modelli si suppone che venga rovesciato l'intero contenuto di una cisterna con formazione di una grossa nube di vapore che si incendia; altri valutano gamme di impatto per versamenti di svariate entità o per frazioni di rilasci; altri ancora partono dal presupposto che il 90% della popolazione esposta decida di tentare di fuggire, mentre il 10% cerchi rifugio nella propria abitazione. Le distanze tipiche di evacuazione coprono un'area con un raggio da 0.5 a 5 km intorno al sito dell'incidente.

 <b>COMUNE DI RIMINI</b>	<b>PIANO COMUNALE DI PROTEZIONE CIVILE</b> <b>- SCENARI DI RISCHIO -</b> <b>Incidente da trasporto</b>	
		4/6

### 3.6.1.4 - Schema di un Modello Generale di Rischio di Trasporto

Gli incidenti mortali fra la popolazione sono generalmente dovuti a uno di questi tre tipi di causa:

#### **rilasci tossici, esplosioni e incidenti.**

In particolare i rilasci di gas tossici sono difficili da simulare. La concentrazione di gas sottovento rispetto al punto di rilascio può essere valutata utilizzando modelli matematici piuttosto complicati e il numero delle vittime (o di altre conseguenze di rilievo) viene quindi valutato sulla base delle concentrazioni previste unitamente alle incerte valutazioni della correlazione dose-risposta per la sostanza chimica in questione. Nel modello che proponiamo il problema viene affrontato statisticamente; l'influenza stocastica della velocità e della direzione del vento e della topografia locale vengono quindi considerate trascurabili.

- I rilasci tossici vengono normalmente suddivisi fra quelli di gas pesanti; per un gas pesante viene generalmente riconosciuto che, in assenza di vento e con una topografia semplice (cioè senza edifici o altri ostacoli che possono spingere il gas pesante in una direzione specifica) a causa della gravità si avrà una diffusione in forma circolare piatta; l'area coperta dalle concentrazioni tossiche sarà quindi mediamente proporzionale alla quantità di materiale rilasciato. Per il gas leggero, che si diffonde anche in senso verticale, la zona colpita da una data concentrazione dovrebbe mediamente essere proporzionale alla massa rilasciata elevata alla potenza di 2/3.
- Per le esplosioni il fattore che viene generalmente ritenuto responsabile dei danni provocati è l'onda di pressione che si suppone segua la legge della radice cubica che porta alla stessa relazione usata per il gas leggero.
- Per gli incidenti la situazione è più complicata poiché i danni da calore dipendono dall'estensione della superficie delle fiamme, che a sua volta dipende dalla zona e dall'altezza delle fiamme, ma anche in questo caso vengono a volte utilizzate per il calcolo dei rischi zone concentriche di danno; la superficie della zona colpita da un dato incidente dovrebbe essere data da una semplice legge di potenza, basata sul rapporto massa/volume del materiale in questione. Se alla superficie della zona si aggiunge la densità della popolazione corrispondente, si avrà immediatamente il numero delle vittime, o di altra conseguenze gravi.

Il modello assume che l'area media interessata può essere espressa da:

$$A = M^{nt}$$

dove:

**A** è l'area interessata

**M** è la quantità trasportata

**nt** è l'esponente che dipende dal tipo di conseguenza e sostanza

Assumendo che il parametro essenziale per valutare il numero di morti è la densità della popolazione, si trova che:

$$C = k td M nt$$

dove:


**C** è il numero di morti

**Ktd** è una costante che dipende dal tipo di sostanza (t) e dalla densità (d) della popolazione

**M** è la quantità trasportata

**nt** è l'esponente che dipende dal tipo di conseguenza e sostanza

Recenti indagini effettuate in Inghilterra dalla HSE hanno indicato che occorre prendere in considerazione anche la popolazione in viaggio lungo il percorso (strada o ferrovia), in quanto in questo caso il numero di persone esposte ad un eventuale rischio aumenta significativamente.

 <b>COMUNE DI RIMINI</b>	<b>PIANO COMUNALE DI PROTEZIONE CIVILE</b> <b>- SCENARI DI RISCHIO -</b> <b>Incidente da trasporto</b>	
		5/6

### 3.6.2 – IPOTESI DI SCENARIO

La seguente ipotesi di scenario rappresenta le modalità di intervento operativo per la gestione dell'emergenza nel caso in cui l'incidente da trasporto interessasse un mezzo autoarticolato trasportante ammoniaca (NH<sub>3</sub>) che transita sull'Autostrada A14 ed a seguito di incidente si ribalta e precipita nella scarpata.

#### 3.6.2.1 - Scenario dell'evento massimo atteso

Come scenario di evento massimo atteso viene ipotizzato un incidente stradale nel quale rimangono coinvolti cinque veicoli di cui tre autovetture e due autoarticolati uno dei quali adibito al trasporto di sostanze pericolose (soluzione al 35 % di ammoniaca in acqua).

- Si suppone che l'incidente avvenga sulla carreggiata sud dell'Autostrada A14 tra i caselli di Rimini Nord e Rimini Sud a causa di un improvviso rallentamento sulla corsia di sorpasso.
- Un autoarticolato che si trova in fase di sorpasso, per evitare di tamponare l'autovettura che lo precede rallenta bruscamente e contemporaneamente sterza invadendo completamente la corsia destra.
- In questa manovra l'autoarticolato viene a collisione con un altro autoarticolato che transita sulla corsia destra e trasporta la sostanza pericolosa.
- L'urto provoca lo sbandamento di quest'ultimo, il quale collide violentemente contro il guard-rail destro della carreggiata provocandone la rottura e finendo la sua corsa nella scarpata dopo essersi ribaltato.
- Al contempo il primo autoarticolato si arresta disponendosi trasversalmente sulla carreggiata; tre autovetture non riescono ad arrestarsi prima dell'ostacolo e tamponano violentemente il mezzo.
- I danni riportati dall'autoarticolato, precipitato nella scarpata e trasportante ammoniaca in soluzione (35%) acquosa, sono di rilevante entità e consistono nella rottura della cisterna con successiva fuoriuscita del liquido.

#### 3.6.2.2 - Area dei maggiori effetti

L'incidente avviene sulla carreggiata sud dell'Autostrada A14 e provoca il blocco del traffico sulla stessa carreggiata.

La fuoriuscita di ammoniaca in soluzione acquosa (35%) nei campi sottostanti la scarpata dell'autostrada, determina una situazione di emergenza che deve essere affrontata con la massima tempestività.


Nell'incidente non si registrano vittime ma solo tre feriti gravi e due leggeri (conducenti e passeggeri delle autovetture coinvolte nel sinistro).

La gravità dell'incidente, in termini di feriti nonché in relazione alla fuoriuscita di sostanza pericolosa, esige l'immediata chiusura di entrambe le carreggiate dell'Autostrada A14 con conseguente deviazione di tutto il traffico su viabilità alternativa.

L'area dei maggiori effetti risulta essere quelle immediatamente prospiciente l'autostrada.

La situazione risulterà particolarmente grave in relazione ai seguenti elementi:

- presenza di feriti
- fuoriuscita di ammoniaca in soluzione acquosa (35%)
- spargimento del liquido nel terreno sottostante la scarpata autostradale
- esalazione di vapori di ammoniaca
- necessità di chiudere l'Autostrada A14
- necessità di identificare percorsi alternativi per un flusso rilevante di traffico veicolare.

 <b>COMUNE DI RIMINI</b>	<b>PIANO COMUNALE DI PROTEZIONE CIVILE</b> <b>- SCENARI DI RISCHIO -</b> <b>Incidente da trasporto</b>	
		6/6

### 3.6.2.3 - Effetti nel contesto antropico

I maggiori effetti sul contesto antropico possono essere distinti in due categorie principali: diretti e indiretti.

Gli effetti diretti sono quelli prodotti dalla collisione dei veicoli e dalla presenza di vapori tossici (ammoniaca);

gli effetti indiretti annoverano l'eccezionale aumento del traffico veicolare su strada (statali, provinciali e comunali) conseguente al completo dirottamento del traffico autostradale.

### 3.6.2.4 - Effetti sull'ambiente

I principali effetti sull'ambiente fisico sono quelli prodotti dalla fuoriuscita di ammoniaca in soluzione acquosa (35%) che determina emissione di ammoniaca le cui caratteristiche sono quelle tipiche di un gas tossico ed irritante.

## 3.6.3 – MODALITA' DI INTERVENTO

### 3.6.3.1 - Considerazioni generali

L'incidente da trasporto qui ipotizzato produce un danno fortemente concentrato ma conseguenze indirette (dovute alla necessità di deviare tutto il traffico autostradale sulla rete viaria locale) distribuite su un areale piuttosto vasto. La pericolosità di questo tipo di incidenti è principalmente dovuta al tipo di sostanze trasportate che possono provocare gravi conseguenze sulla salute e sull'ambiente. L'intervento richiederà il concorso di personale altamente specializzato munito di appositi strumenti e/o apparecchiature.

Pertanto, da tale scenario, emergono le seguenti considerazioni:

anche se il COC dovrà essere costituito, l'intervento critico, inteso come invio dei primi soccorsi sanitari, dovrà essere assolutamente tempestivo. i soccorritori dovranno essere muniti di apposite apparecchiature in grado di consentire l'effettuazione dell'intervento di soccorso in condizioni di assoluta sicurezza per gli operatori stessi.